

PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : H01S 3/03, 3/038		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/30222 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. Mai 2000 (25.05.00)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03570</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 9. November 1999 (09.11.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 52 284.3 13. November 1998 (13.11.98) DE</p> <p>(71)/(72) Anmelder und Erfinder: TAUFENBACH, Norbert (DE/DE); Am Vogelberg 16, D-21493 Barthorst (DE).</p> <p>(74) Anwalt: KLICKOW, Hans, Henning; Hansmann-Klickow-Hansmann, Jessenstrasse 4, D-22767 Hamburg (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</p>	
<p>(54) Titel: CO₂ SLAB LASER</p> <p>(54) Bezeichnung: CO₂-SLABLASER</p>			
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a CO₂ slab laser comprising a gas-filled tubular housing which is closed on both sides by end pieces. Said tubular housing accommodates two electrodes that extend into the tubular housing in an overlapping manner and accommodates mirrors which are arranged in the vicinity of the electrodes. Each of both end pieces supports an electrode (34, 36). The mirrors are arranged such that the positions thereof are fixed with regard to the mirrors, and the electrodes, together with the mirrors, can be adjusted with regard to one another.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>CO₂-Slablaser mit einem gasgefüllten, beidseitig durch Endstücke abgeschlossenen Rohrgehäuse, das zwei sich einander überlappend in das Rohrgehäuse erstreckende Elektroden und im Bereich der Elektroden angeordnete Spiegel aufnimmt, wobei jedes der beiden Endstücke eine Elektrode (34, 36) hält, die Spiegel zu den Elektroden unbeweglich angeordnet sind, und die Elektroden gemeinsam mit den Spiegeln zueinander justierbar sind.</p>			

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GZ	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mal	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
DY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Kongo	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Eestland						

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

CO₂-Slablaser

Die Erfindung betrifft einen CO₂-Slablaser nach dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Slablaser sind durch frühere Anmeldungen unter anderem auch das Inhabers dieses Patentes (z.B. WO 94/15394) bekannt. Ihre Geometrie zeichnet sich dadurch aus, daß zwischen zwei zueinander im wesentlichen parallelen plattenförmigen Elektroden ein schmaler Entladungsraum für ein Gas, insbesondere CO₂, gebildet wird, das durch eine an die Elektroden angelegte Hochfrequenzspannung angeregt wird. An den sich gegenüberliegenden Stirnseiten des durch die Elektroden gebildeten schmalen Entladungsraumes sind zum Erzielen einer Laserwirkung Resonatorspiegel angeordnet.

Als Stand der Technik ist ein Artikel in der US-Zeitschrift N. Ichisa et al. "Performance characteristics of sealed-off CO₂ laser with La_{1-x}Sr_xCoO₃ oxide cathode" Journal of Appl. Phys. 59 (1986), Seite 317 bis 323 zu nennen, in dem bereits ein gestromter Gaslaser mit Ringelektroden, die keine Kühlfunktion sowie außerhalb von Brewster-Fenstern vorgesehenen äußeren Spiegeln beschrieben ist, wobei in einer Ausführung auch ein Partialreflektor außen auf ein Endstück aufgesetzt ist, so daß sich der Spiegel zusammen mit den Elektroden in der Relativposition verändern läßt.

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 2 -

Weiter ist US-Patent 5,140,606 zu nennen, in dem bereits bei einem slab-waferguide-Laser ein ringförmiges, den Laserraum verschließendes Federlager zum Justieren wenigstens eines Spiegels separat von der Elektrode dargestellt ist.

Weiterer Stand der Technik ist aus den europäischen Patentanmeldungen mit den Veröffentlichungsnummern 0 275 023 A1, 0 305 893 B1 und 0 477 864 A1 bekannt.

Allen vorgenannten Konstruktionen ist gemein, daß sie zueinander parallele, innengekühlte Elektroden aufweisen, die zwischen ihnen einander zugewandten Flachseiten einen gasgefüllten Raum bilden, in dem sich ein zu pumpendes Gas befindet. Diese Elektroden sind jeweils mit einer aufwendigen Befestigung im Resonatorraum zu versehen, insbesondere da sich durch thermische Verbiegung Probleme ergeben, die Justierung, die ganz wesentlich die Laserleistung bei einem instabilen Resonator bestimmt, vorzunehmen bzw. nachzusteuern.

Gleichzeitig ist zu beachten, daß die zu justierenden Einheiten sich in einem abgeschlossenen Raum befinden, durch dessen Wände möglichst wenig Durchlässe zu führen sind, da diese nur sehr aufwendig abdichten sind. Insbesondere erzeugen Dichtungen aus flexiblen Materialien Probleme, da sie "ausgasen". Aber selbst wenn man solche Dichtungen vermeidet, ergeben unvermeidliche Dichtspalte kritische Abdichtprobleme.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen sehr kleinen einfachen Laser zu schaffen, wobei möglichst wenig Teil zu einer kostengünstigen Herstellung führen sollen. Erfindungsgemäß wird dies durch einen

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 3 -

CO₂-Slablaser mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung wieder.

Es wird dabei möglich, ein rein metallisches, hochdichtes Gehäuse zu bauen. Ein Quarzgehäuse weist dabei die gleichen Dichtigkeitsvorteile auf, da man es mit Metall verlöten kann.

Insbesondere ist es vorteilhaft, einen gasgefüllten Raum, der durch bewegliche, zur Verkippung um geringe Winkel, als Federbalg ausgebildete Endstücke begrenzt ist, und in dem die Elektroden einander gegenüberliegend von den jeweiligen Endstücken getragen werden, längs zum Rohzgehäuse angeordnet sind, mit einer völligen Gasdichtigkeit zu erhalten. Gleichzeitig kann die Ausrichtung der Spiegel, die auf den Elektroden oder an den Endstücken, jedenfalls unbeweglich zu den Elektroden und Endstücken angeordnet sind, durch außerhalb des gasgefüllten Raums, an den Endstücken angebrachte Justierschrauben über die vorhandene feste Verbindung der Elektroden mit den Endstücken (oder durch die eintägige Ausbildung an einem der beiden Elemente Endstück oder Elektrode) vorgenommen werden. Durchführungen durch die Wandung des gasgefüllten Raums müssen nicht vorgesehen werden.

Justierelemente, die zwischen zwei Abschnitten des jeweiligen Endstückes, die durch die je wenigstens eine Kegel-, - vorteilhafter zwei versetzt angeordnete Kerben, je eine von innen und eine von außen - gebildet werden, dienen dazu, die Abschnitte des Endstücks derart gegeneinander winkelzupositionieren, daß der äußere (bewegliche) Abschnitt, an dem die jeweilige Elektrode befestigt ist, in einer Winkellage justierbar ist, da

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 4 -

die zwischen den Karben belassene dünne Wandstärke eine geringe Winkeländerung durch elastische und/oder durch plastische Verformung des Materials zuläßt. Die Wand wirkt wie ein Federlager, ähnlich einem Faltenbalg oder einer elastischen Membran bei kleinen Kippbewegungen der äußeren Ringfläche zur inneren Ringfläche.

Es wird vorgeschlagen, die beweglichen Abschnitte der Endstücke zueinander durch Zugstäbe, die mit dem jeweiligen anderen beweglichen Endstück in Verbindung stehen, federvorbelastet zu verbinden, um so eine konstante Rückstellkraft auf die beweglichen Endabschnitte auszuüben.

Der gasgefüllte Raum wird durch ein Rohrgehäuse gebildet, das dabei verschiedene Aufgaben übernimmt. Zunächst soll es als Rezipient für das Lasergasmisch dienen, aber gleichzeitig auch die Abschnitte, auf denen die Elektroden und damit auch die Spiegel befestigt sind, auf konstantem Abstand halten. Weiter isoliert es die beiden Elektroden elektrisch voneinander. Als Werkstoff für das Rohrgehäuse eignen sich daher insbesondere nicht-leitende Werkstoffe, die vorteilhafterweise geringe Wärmedehnung, hohe Gasdichtigkeit und hohe Steifigkeit aufweisen sollen. Es werden Quarzglas und Aluminiumoxydkeramik vorgeschlagen.

An der Außenseite eines nicht-leitenden Rohrgehäuses ist für die entstehende elektrische Abstrahlung eine Abschirmung vorzusehen. Vorteilhafterweise dient diese gleichzeitig als Induktivität für die Elektroden. Diese Abschirmung kann als Drahtgeflecht, Metallbalg oder Metallfolie ausgebildet sein. Bei einem Metallgehäuse ist keine separate Abschirmung notwendig, ebenso wenn lediglich die Oberfläche metallisiert wird. Um ein

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 5 -

geeignete Induktivität des Rohrgehäuses zu erreichen, um die im Inneren unter HF-Bedingungen angeregte Entladung zu stabilisieren, kann dann im wesentlichen die innere Geometrie, insbesondere das Hüllvolumen, der Induktivität angepaßt werden.

Da die Spiegel eines erfindungsgemäßen Lasers keine innere Kühlung haben und keine eigene Justiermöglichkeit zur Elektrode besitzen, da Spiegel und Elektrode eine Einheit bilden (entweder einstückig hergestellt oder fest miteinander verschraubt) wird die Wärme, die in den Spiegeln entsteht, an die Elektrode weitergeleitet. Damit diese Elektroden nun möglichst wenig thermische Verbiegung aufweisen, werden sie mit halbkreisförmigem Querschnitt ausgebildet und durch Kühlbohrungen innen gekühlt. In diesen Kühlbohrungen befindet sich ein durch eine Kühlmittelpumpe gefördertes Kühlmedium oder vorteilhafterweise ein Medium oder Dampf, welche durch freie Konvektionsströmung und/oder durch Kapillarwirkung sowie durch Phasenübergänge an den Wänden der Hohlräume oder Kapillare Wärme oder latente Wärme von den Innenwänden der Kühlbohrung abtransportieren.

Vorteilhaftweise sind an den Endstücken des Rohrgehäuses, außerhalb des Gasraums, Luftkühler vorgesehen, zu deren Kühlrippen die durch die Kühlbohrungen gebildeten Kühlleitungen von den Elektroden kommend verlaufen. Diese Kühlrippen können dann von außen zwecks besserer Wärmeabgabe durch Ventilatoren angeströmt werden. Es wird angestrebt, einen Natur-Umlauf nach dem Prinzip der "Heat Pipe" zu verwenden. Heat Pipes sind hermetisch verschlossene und evakuierte Hohlzylinder, in der n Inner n sich ein beliebiges Medium, z.B.

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 6 -

Wasser, befindet, das bei einem üblicherweise gewählten Unterdruck bei niedrigeren Temperaturen siedet.

Beispielsweise nimmt Wasser unter diesen Unterdruckbedingungen nur einen kleinen Teil des freien Raums ein, der Rest wird von Wasserdampf ausgefüllt. Das Wasser bzw. der Wasserdampf dient dabei der Wärmeübertragung von einer beheizten Stelle des Rohres zu einer gekühlten (kälteren Stelle), das heißt, daß die Wärmeaufnahme bzw. -abgabe durch das Wasser nicht so sehr aufgrund der Wärmekapazität, sondern vorwiegend aufgrund der latenten Wärme beim Phasenübergang erfolgt. Damit werden Wärmemengen bei sehr geringen Temperaturunterschieden transportiert. Das Prinzip der Heat Pipe wurde schon im Jahre 1942 entdeckt und wird maist in der Raumfahrttechnik verwandt.

Erfindungsgemäß werden auf diese Weise spartige Kühlungen vermieden und ein kleiner und einfacher Laser ermöglicht, in den (mit den Luftkühlern an beiden Enden versehen) lediglich noch HF-Energie über eine HF-Leitung eingespeist werden muß, um Laserlicht zu erhalten. Es sind keine weiteren Kühlmittelleitungen oder Stromzuführungen notwendig.

Durch die gewährleistete Gasdichtigkeit wird die maximale Gasstandzeit erreicht, da keine Verunreinigungen von außen eindringen. Damit wird die Verfügbarkeit des Lasers lediglich durch die Gaszersetzung sowie durch Gasverunreinigung durch Sputtereffekt bei der Gasentladung zeitlich begrenzt.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbispiel der Erfindung. Dabei zeigt:

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 7 -

Fig. 1 den erfindungsgemäßen Laser mit Kühlseinrichtungen an beiden Enden in perspektivischer Gesamtansicht,

Fig. 2 den erfindungsgemäßen Laser für externen Kühlkreislauf in teilweise geschnittener Ansicht, wobei die beiden Elektroden mit den Kühlmittelekanälen sowie der Aufbau der Endstücke mit Federlager zu erkennen ist,

Fig. 3 ein Federlager-Endstück in perspektivischer Ansicht,

Fig. 4 das Endstück der Fig. 3 in geschnittener Darstellung,

Fig. 5 den Laseraufbau der Fig. 2 im Längsschnitt,

Fig. 6 eine Explosionsdarstellung des Laseraufbaus mit einem das Rohrgehäuse umgebenden Abschirmnetz und

Fig. 7 einen Laseraufbau mit einem Rohrgehäuse, das in seiner Mitte mit einem Federbalg versehen ist.

Der erfindungsgemäße Laser, der in der Fig. 1 dargestellt ist, besteht aus einem Rohrgehäuse 10, um das ein Abschirmnetz 12, für den Fall, daß als Werkstoff ein nicht-leitender Werkstoff verwandt wird, gespannt ist. Alternativ sind auch Metallisierungen der Außenoberfläche möglich. An den beiden Enden befinden sich Endstücke 14, durch die Elektroden 34, 36 hindurchgeführt und auf die vorteilhaftweise Luftkühler 16 aufgesetzt sind. Durch das eine Endstück mit seinem Luftkühler ist eine HF-Leitung hindurchgeführt, deren

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 8 -

Anschluß 18 im rechten Bildteil zu erkennen ist. Durch das andere Endstück mit Luftkühler wird die Laserlichtenergie austreten.

An den Endstücken sind jeweils Justierschrauben 20 vorgesehen, und unterhalb des Abschirmnetzes 12 werden die beweglichen Abschnitte der Endstücke durch Zugstangen 22 miteinander verbunden. Die Zugstangen 22 greifen an den Endstücken 14 derart an, daß sie die beweglichen Abschnitte 24, die durch Kerben 28 von den festen Abschnitten 26 getrennt sind, jeweils aneinander ziehen. Damit die Endstücke 24 noch eine Beweglichkeit aufweisen, sind Federpakete 30 unterhalb von Muttern 32 auf den voneinander weg weisenden Rückseiten der Abschnitte 24 anliegend vorgesehen.

Dieses ermöglicht es, mit Hilfe der Justierschrauben 20, die Endstücke, die wie in der Fig. 2 dargestellt, jeweils eine der beiden Elektroden befestigt am äußeren (beweglichen) Abschnitt 24 tragen, mit Hilfe der Justierschrauben 20 in der Winkelposition zur jeweils anderen Elektrode (in der Fig. 2) der Elektrode 36, die am linken Ende befestigt ist, zu justieren.

Weiter ist in der Fig. 2 einer der Spiegel, nämlich der Spiegel 38, der auf der unteren Elektrode 34 mit einer Schraube befestigt ist, dargestellt. Weiter ist zu erkennen, daß drei Justierschrauben 20 und drei Zugstangen 22 vorgeschlagen werden, um eine optimale Justierbarkeit zu erreichen. Das Rohrgehäuse 10 wird dabei zylindrisch ausgebildet, wobei die Elektroden 34, 36 im Schnitt einen Kreisabschnitt bilden, dessen Radius kleiner als der Innenradius des Rohrgehäuses ist. So wird der Lasergasraum optimal ausgenutzt.

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 9 -

Im übrigen sind die Kühlkanäle 40 innerhalb der Elektroden sowie der halbkreisförmige Querschnitt der Elektroden 34, 36 zu erkennen. Die Kühlmittelbohrungen 40 werden entweder mit Luftkühlern 16 oder mit außen angeschlossenen Vor- und Rückläufen 42, 44, die zu üblichen externen Kühlkreisläufen führen, verbunden.

Die erfindungsgemäßen Karben 28 werden, damit ein Steg mit dünner Wandstärke erreicht wird, vorteilhafterweise durch eine Karbe 48 an der Innenseite ergänzt, wie aus den Fig. 3 und 4 zu erkennen ist. In eine Pausa 46 auf der Außenseite der Endstücke wird dann der im Durchmesser erweiterte Elektrodenfuß 50 eingepaßt.

In der Fig. 5 ist nochmals wie in der Fig. 2 perspektivisch die Anordnung im Längsschnitt dargestellt. Hier ist nun zu erkennen, wie sich die jeweils auf den Elektroden befestigten Spiegel 38 im Gasraum gegenüberstehen. Wie bereits ausführlich in den genannten Druckschriften des Standes der Technik beschrieben, wird die HF-Energie, auf die elektrisch gegeneinander isolierten Elektroden aufgebracht, so daß eine Gasentladung zwischen den Elektroden stattfindet, wobei zum Auskoppeln der Auskoppelspiegel kürzer als der Rückspiegel ausgeführt ist, so daß ein Teil der Laserlichtenergie ausgegeben wird. Die Anzahl der Reflektierungen und damit die optimale Ausnutzung der mehrfachen Reflexion ist dabei stark von der richtigen Justierung abhängig.

Diese Justierung kann mit den Justierschrauben 20 durch Veränderung der Lage der äußeren Abschnitte der Endstücke 24 zu den inneren Abschnitten der Endstücke 26 erreicht werden. Es ist auch denkbar, in den Justierschrauben pi zoolektrische Kristalle anzuordnen, um den Resonator feinzustimmen oder ggf. im Betrieb

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 10 -

nachzujustieren. Auch können in den Elektroden selbst solche piezoelektrischen Kristalle vorgesehen werden, um laserlichtleistungsabhängig der thermischen Verbiegung der Elektroden entgegenzuwirken.

In der Zeichnung ist im rechten Abschnitt deutlich zu erkennen, daß es sich um einstückige Endstücke handelt. Ein zugelöteter oder zugeschweißter Gesamtaufbau, bei dem die beiden Abschnitte 24, 26 der Endstücke 14 (sowie das den gasgefüllten Raum umgebende Gehäuse mit den Abschnitten 26 und die Elektroden 34, 36 jeweils mit dem Abschnitt 24) gasdicht miteinander verbunden sind, ist vorzuziehen. Ein Zukleben oder Dichten über Dichtringe würde eine nicht so gute Gasdichtigkeit ergeben. Dabei kann die Justierbarkeit der Elektroden mit den Spiegeln auch nur zum Zeitpunkt der Montage gegeben sein, und später nach dem Justieren durch Verschweißen, Verlöten oder Verkleben der Lagerung fixiert werden. Für diesen Fall ist es nicht notwendig, die Justierelemente am Laser anzubringen oder an ihm zu belassen.

In der Fig. 6 ist schließlich unter Verdrehung der Seiten rechts und links nochmals eine Explosionsdarstellung des Aufbaus zu erkennen, wobei der Strahlausritt 52, der außermittig den Laseraufbau an der der HF-Einspeisung 18 gegenüberliegenden Seite verläßt, zu erkennen ist.

In der Fig. 7 ist der CO₂-Slablaser in einer weiteren Ausbildung dargestellt, bei der das Rohrgehäuse 10 zweiteilig, mittig durch einen Federbalg 54 verbunden, ausgebildet ist, wobei die beiden Teile zueinander justierbar ausgebildet sind.

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 11 -

PATENTANSPRÜCHE

1. CO₂-Slablaser mit einem durch ein Rohrgehäuse (10) begrenzten gasgefüllten Raum, mit mindestens zwei Elektroden, die sich in das Rohrgehäuse erstrecken, einander überlappen und einen Entladungsraum bilden, und mit Resonatorspiegeln, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Elektroden jeweils an den gegenüberliegenden Enden des Rohrgehäuses gehalten werden,
- die Spiegel zu den Elektroden unbeweglich angeordnet sind, und
- die Elektroden gemeinsam mit den Spiegeln zueinander justierbar sind.

2. CO₂-Slablaser mit einem durch ein Rohrgehäuse begrenzten gasgefüllten Raum, mit mindestens zwei Elektroden, die sich in das Rohrgehäuse erstrecken, einander überlappen und einen Entladungsraum bilden, und mit Resonatorspiegeln, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Elektroden jeweils an den gegenüberliegenden Enden des Rohrgehäuses gehalten werden,

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 12 -

- die Spiegel einstückig mit den Elektroden ausgebildet sind, und
- die Elektroden gemeinsam mit den Spiegeln zueinander justierbar sind.

3. CO₂-Slablaser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden von den das Rohrgehäuse verschließenden Endstücken gehalten werden.

4. CO₂-Slablaser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden einstückig mit den Endstücken ausgebildet sind.

5. CO₂-Slablaser nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegel einstückig mit den Endstücken ausgebildet sind.

6. CO₂-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrgehäuse (10) zweiteilig ausgebildet ist, wobei die beiden Teile zueinander justierbar ausgebildet sind.

7. CO₂-Slablaser nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Endstücke über ein Federlager an das Rohrgehäuse (10) angesetzt ist.

8. CO₂-Slablaser nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Federlager ein Balg ist.

9. CO₂-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Justierelemente (20), die sich an dem Rohrgehäuse abstützen und auf die Elektroden wirken.

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

- 13 -

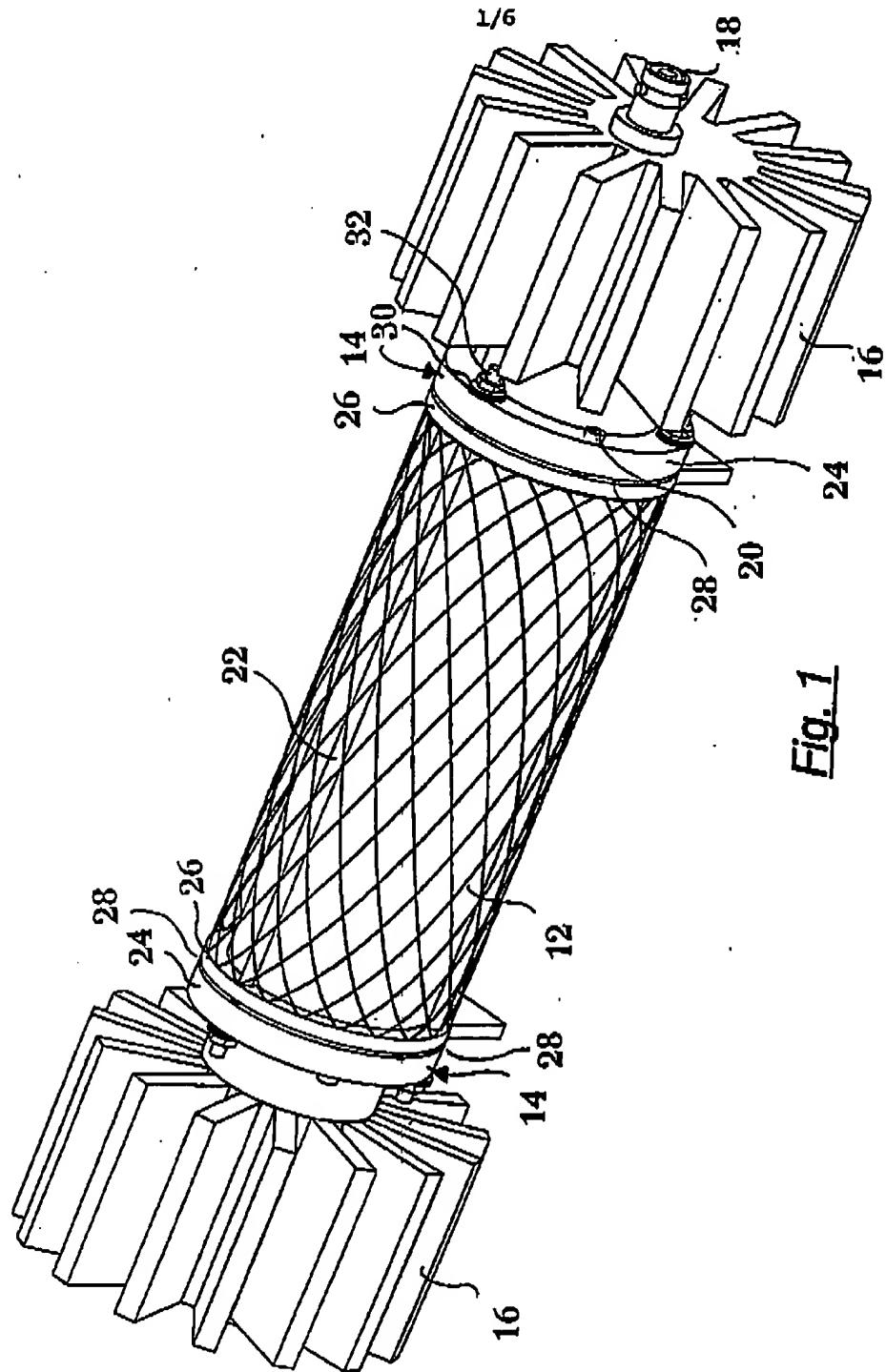
10. CO₂-Slablaser nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Justierelemente piezoelektrische Kristalle enthalten, die elektrisch ansteuerbar sind.

11. CO₂-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrgehäuse (10) zylindrisch ausgebildet ist und die Elektroden im Schnitt einen Kreisabschnitt bilden, dessen Radius kleiner als der Innenradius des Rohrgehäuses ist.

12. CO₂-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden und damit die Spiegel nach dem Justieren zueinander fixiert sind.

WO 00/30222

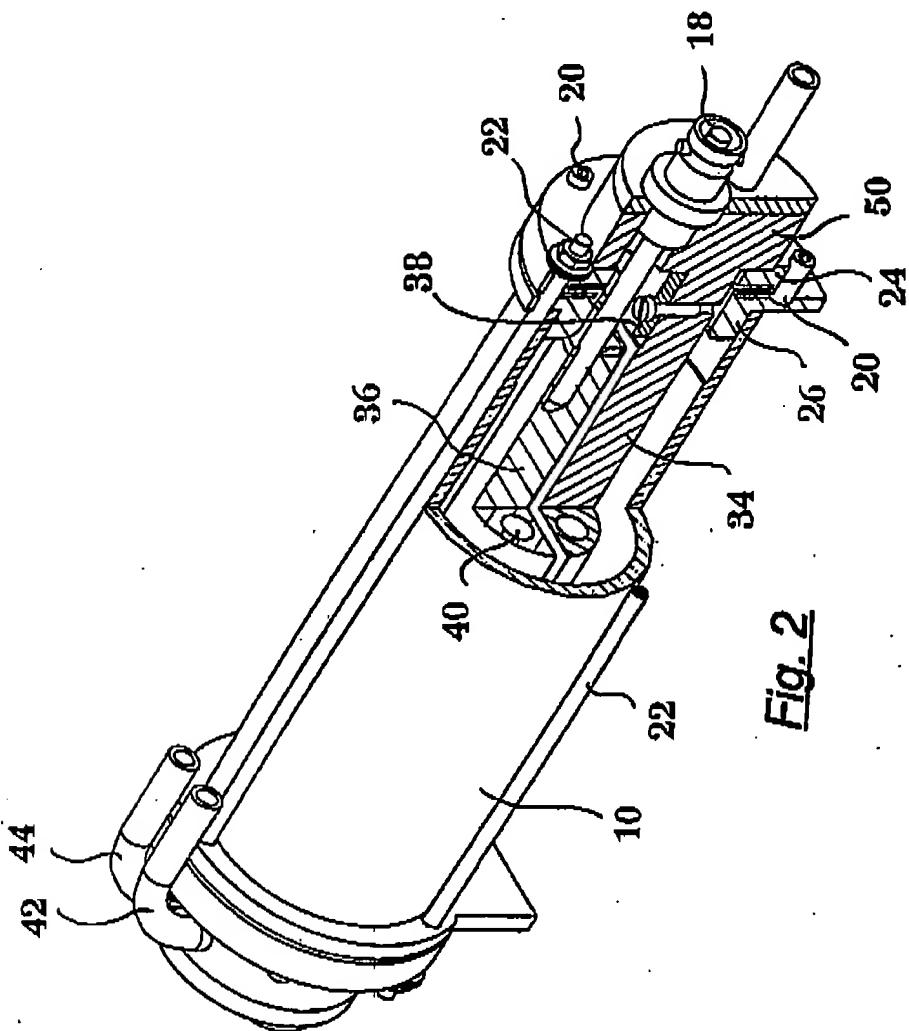
PCT/DE99/03570



WO 00/30222

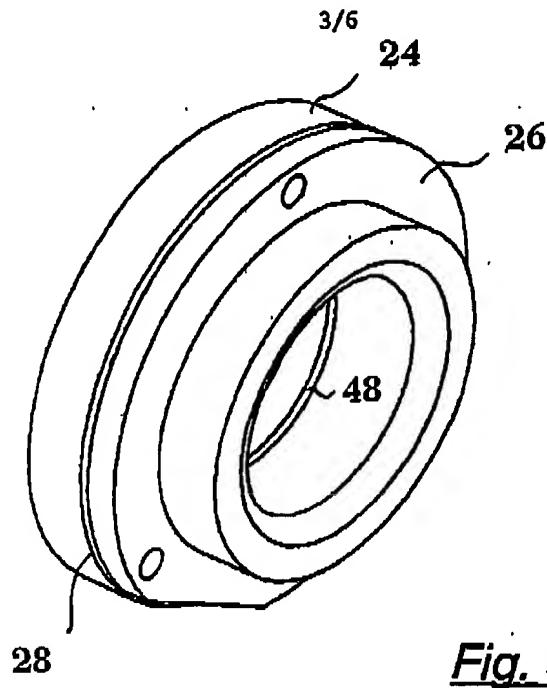
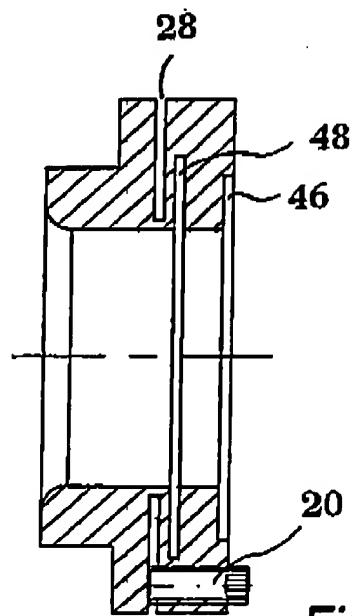
PCT/DE99/03570

2/6



WO 00/30222

PCT/DE99/03570

Fig. 3Fig. 4

WO 00/30222

PCT/DE99/03570

4/6

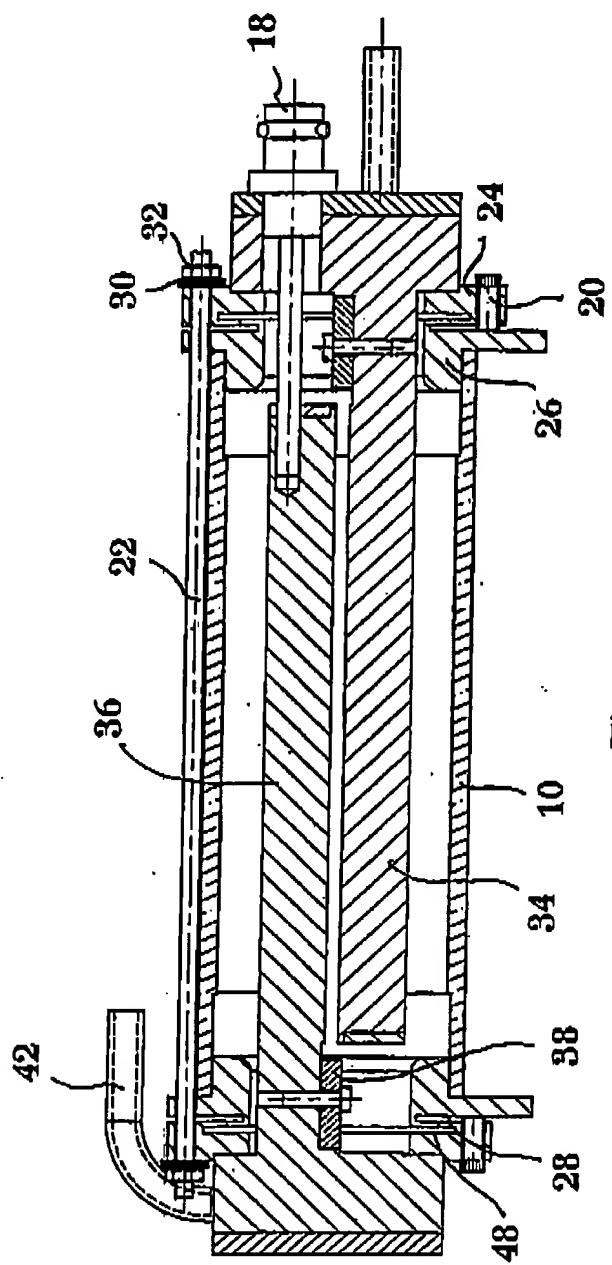
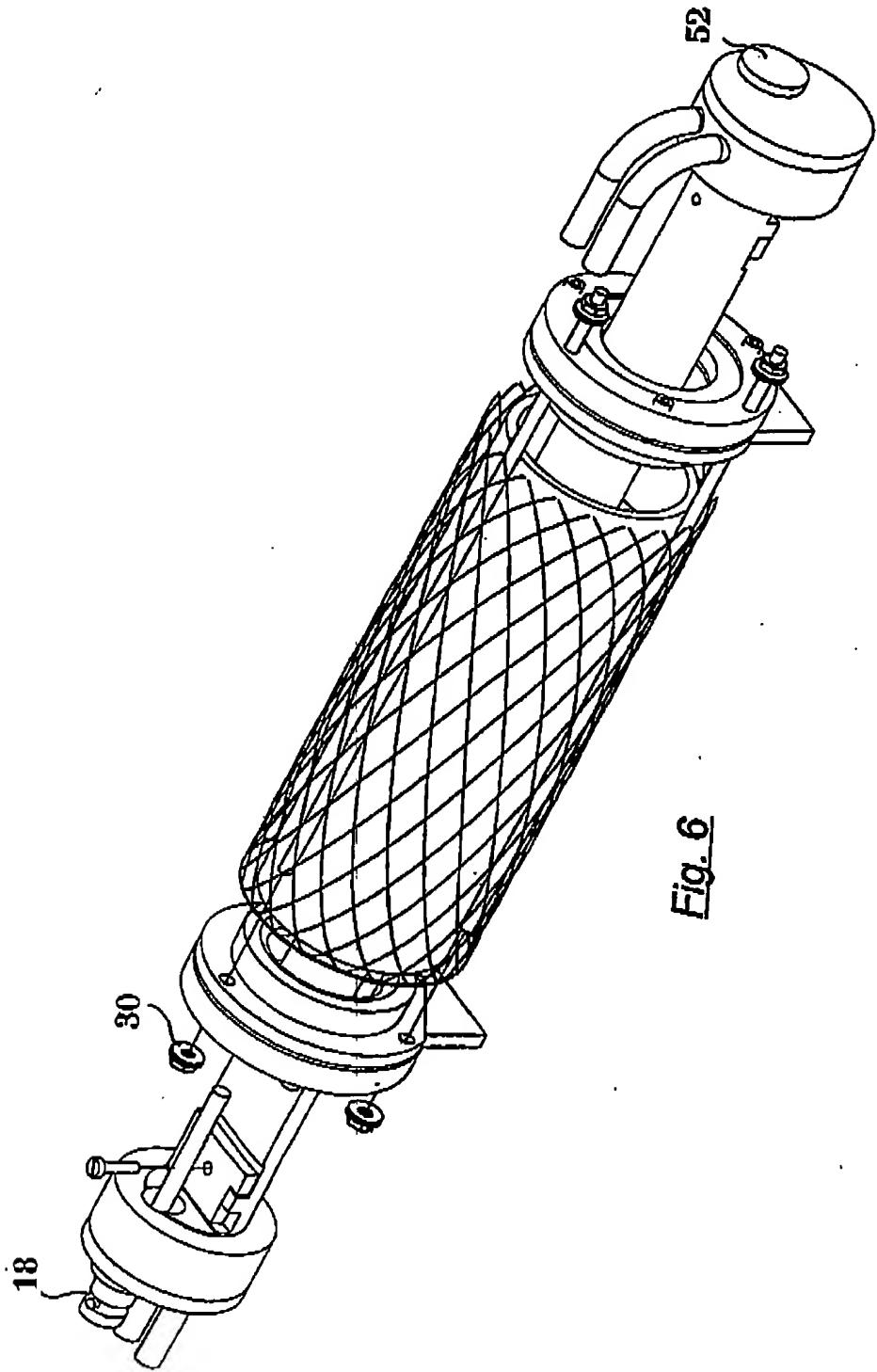


Fig. 5

W 00/30222

PCT/DE99/03570

5/6



WO 00/30222

PCT/DE99/03570

6/6

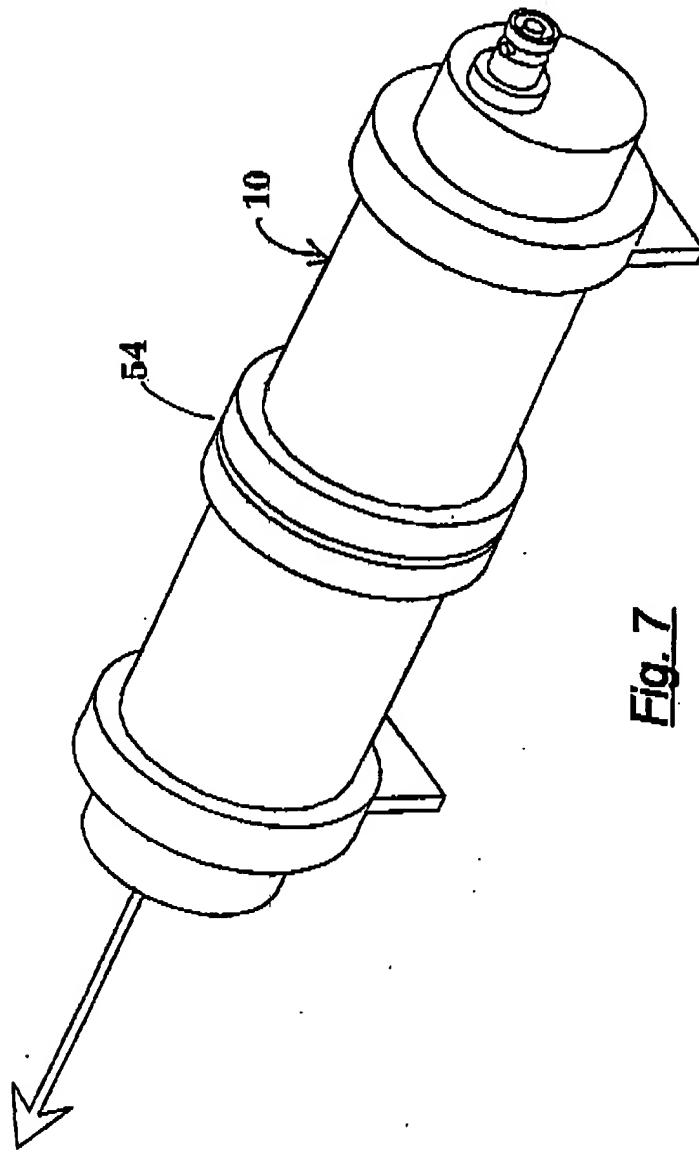


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Appl. No.
PCT/DE 99/03570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01S3/03 H01S3/038

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 585 481 A (SIEMENS AG) 9 March 1994 (1994-03-09) column 3, line 3-25; claim 1; figure 1	1-3,11, 12
A	DE 298 04 405 U (LASOS LASER FERTIGUNG GMBH) 14 May 1998 (1998-05-14) page 4, paragraph 4 -page 5; figure 1	1-3,11, 12
A	DE 40 10 149 A (SIEMENS AG) 2 October 1991 (1991-10-02) abstract; figure 1	1,2
A	EP 0 477 864 A (SIEMENS AG) 1 April 1992 (1992-04-01) cited in the application the whole document	1,2
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubt on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

A document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report
17 March 2000	28/03/2000

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Claessen, L
--	-----------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No.
PCT/DE 99/03570

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 140 606 A (YARBOROUGH J MICHAEL ET AL) 18 August 1992 (1992-08-18) cited in the application the whole document -----	1,2

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Search Application No
PCT/DE 99/03570

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
EP 0585481 A	09-03-1994	DE 59205030 D	22-02-1996	JP 6188484 A	08-07-1994
		JP 6188484 A		US 5502740 A	26-03-1996
DE 29804405 U	14-05-1998	GB 2335306 A			15-09-1999
DE 4010149 A	02-10-1991	NONE			
EP 0477864 A	01-04-1992	DE 59100993 D	17-03-1994	JP 4259271 A	14-09-1992
		JP 4259271 A		US 5220576 A	15-06-1993
US 5140606 A	18-08-1992	DE 69117258 D	28-03-1996	DE 69117258 T	02-10-1996
		DE 69117258 T		EP 0486152 A	20-05-1992
		EP 0486152 A		IL 99607 A	31-07-1994
		IL 99607 A		JP 6090048 A	29-03-1994
		JP 6090048 A		US 5335242 A	02-08-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Patentzeichen
PCT/DE 99/03570

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 HO1S3/03 HO1S3/038

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestpriorität (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 HO1S

Recherchierte aber nicht zum Mindestpriorität gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 585 481 A (SIEMENS AG) 9. März 1994 (1994-03-09) Spalte 3, Zeile 3-25; Anspruch 1; Abbildung 1	1-3,11, 12
A	DE 298 04 405 U (LASOS LASER FERTIGUNG GMBH) 14. Mai 1998 (1998-05-14) Seite 4, Absatz 4 -Seite 5; Abbildung 1	1-3,11, 12
A	DE 40 10 149 A (SIEMENS AG) 2. Oktober 1991 (1991-10-02) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,2
A	EP 0 477 864 A (SIEMENS AG) 1. April 1992 (1992-04-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,2
		-/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert,
aber nicht als besondere Bedeutung anzusehen ist*E* Einem Dokument, das jedoch erst mit oder nach dem internationalen
Anmeldedatum veröffentlicht worden ist*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-
scheinen zu lassen, oder durch die Veröffentlichungsdatum einer
anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden
soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie
zugeführt)*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mögliche Offenlegung,
eine Benutzung, eine Ausweitung oder andere Maßnahmen bezieht*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach
dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist*T* Später Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum
oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der
Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der
Erfindung zugrundeliegenden Prinzipiell oder den ihr zugrundeliegenden
Theorie angegeben ist*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf
erfindlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann nicht als auf erfindlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden,
wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen
Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und
diese Veröffentlichung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendetermin des internationalen Recherchenberichts

17. März 2000

28/03/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.O. 5818 Petersaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Claessen, L

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Jonaes Aktenzeichen
PCT/DE 99/03570

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEGEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, sowie erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 140 606 A (YARBOROUGH J MICHAEL ET AL) 18. August 1992 (1992-08-18) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,2

Formblatt PCT/DE/A/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (4.01.1992)

Seite 2 von 2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. nationales Albenzeichen

PCT/DE 99/03570

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0585481	A	09-03-1994		DE 59205030 D JP 6188484 A US 5502740 A	22-02-1996 08-07-1994 26-03-1996
DE 29804405	U	14-05-1998		GB 2335306 A	15-09-1999
DE 4010149	A	02-10-1991		KEINE	
EP 0477864	A	01-04-1992		DE 59100993 D JP 4259271 A US 5220576 A	17-03-1994 14-09-1992 15-06-1993
US 5140606	A	18-08-1992		DE 69117258 D DE 69117258 T EP 0486152 A IL 99607 A JP 6090048 A US 5335242 A	28-03-1996 02-10-1996 20-05-1992 31-07-1994 29-03-1994 02-08-1994